

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10065220  
PUBLICATION DATE : 06-03-98

APPLICATION DATE : 23-08-96  
APPLICATION NUMBER : 08221945

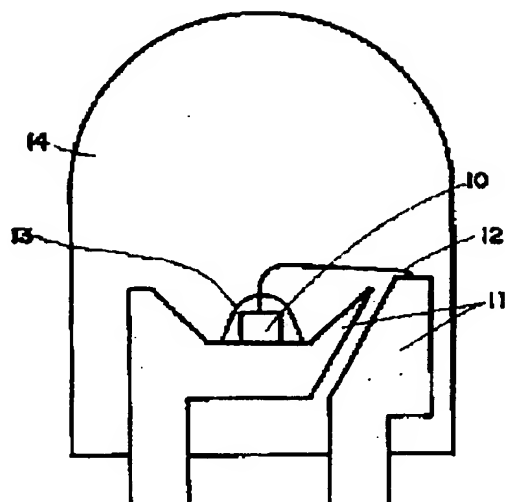
APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : KIMOTO MASAHIKO;

INT.CL. : H01L 33/00 H01L 21/56 H01L 23/29  
H01L 23/31

TITLE : SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING  
DEVICE AND MANUFACTURE  
THEREOF

BEST AVAILABLE COPY



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To lower the reflectance on the interface between a compound semiconductor light-emitting device and sealing resin, while enlarging the critical angle of total reflection by setting a specified relationship between the refractive index of the compound semiconductor light-emitting device and the refractive indexes of first and second translucent sealing materials and applying the first translucent sealing material at uneven thickness.

**SOLUTION:** A compound semiconductor light-emitting device (device) 10 is die bonded onto a lead frame 11 through a silver paste, for example, and wire bonded thereto through a gold wire 12. The element 10 is sealed with a translucent high refractive index resin 13 of first translucent sealing material and a translucent low refractive index resin 14 of a second translucent sealing material. A relationship of  $N_1 > N_2 > N_3 > 1$  is satisfied among the refractive indexes  $N_1$ ,  $N_2$  and  $N_3$  of the element 10, the translucent high refractive index resin 13 and the translucent low refractive index resin 14. The translucent high refractive index resin 13 has uneven thickness and curved surface, so that the light being directed toward the translucent low refractive index resin 14 is increased.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-65220

(43) 公開日 平成10年(1998) 3 月 6 日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	33/00		H 0 1 L 33/00	N
	21/56		21/56	J
	23/29		23/30	F
	23/31			B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-221945

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月 23 日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 木本 匡彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

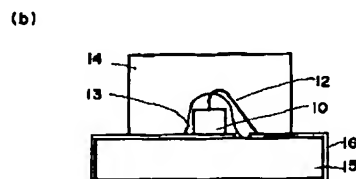
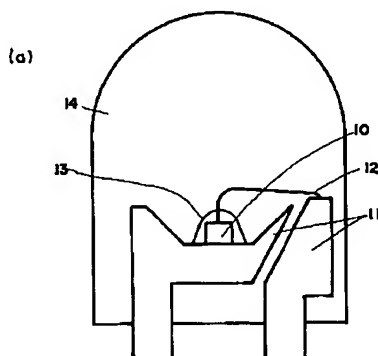
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光の外部取り出し効率を改善するため、化合物半導体発光素子と封止樹脂界面での反射率の低減及び全反射の臨界角を広くする安価な構造とその製造方法を得ること。

【解決手段】 透光性封止材料による封止構造が2重構造であり、且つ、化合物半導体発光素子の屈折率 $N_1$ と、化合物半導体発光素子に接する第1の透光性封止材料の屈折率 $N_2$ と、更にその外側を封止する第2の透光性封止材料の屈折率 $N_3$ との間に、 $N_1 > N_2 > N_3 > 1$ の関係を有し、且つ、第1の封止樹脂の厚さが一様でないことを特徴とするものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化合物半導体発光素子を透光性封止材料により封止してなる半導体発光装置において、該透光性封止材料による封止構造が2重構造であり、且つ、該化合物半導体発光素子の屈折率 $N_1$ と、化合物半導体発光素子に接する第1の透光性封止材料の屈折率 $N_2$ と、更にその外側を封止する第2の透光性封止材料の屈折率 $N_3$ との間に、 $N_1 > N_2 > N_3 > 1$ の関係を有し、且つ、第1の封止樹脂の厚さが一様でないことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体発光装置において、前記化合物半導体発光素子の1辺の長さを $a$ とする時、該第1の透光性封止材料による封止構造の大きさは、化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径 $r$ が $r > a$ である球状又はドーム状を包含する大きさであることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項3】 請求項1記載の半導体発光装置において、第1の透光性封止材料は屈折率 $N_2$ が1.6以上である樹脂であり、第2の透光性封止材料がエポキシ系樹脂であることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】 請求項1記載の半導体発光装置の製造方法において、射出成形法により第1の透光性封止材料を封止する第1の封止工程と、キャスト法又はトランファーモールド成形法で第2の透光性封止材料を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項5】 請求項1記載の半導体発光装置の製造方法において、第1の透光性封止材料を加熱溶融し、化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポット法により溶融状態の封止材料を付着させて封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項6】 請求項1記載の半導体発光装置の製造方法において、粉末状もしくは顆粒状の前記第1の透光性封止材料で前記化合物半導体発光素子を覆い且つ加熱溶融して化合物半導体発光素子を封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項7】 請求項1記載の半導体発光装置の製造方法において、前記第1の透光性封止材料を有機溶剤に溶解させ、その溶液を前記化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポット法により付着させ、該溶媒の溶剤を蒸発させて樹脂封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、化合物半導体発光素子からなる半導体発光装置及びその製造方法に係り、特に、光の外部への取り出し効率の改善方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来例の半導体発光装置の略断面図を図6に示す。図6(a)はランプ型の発光装置、図6(b)は面実装チップ部品型の発光装置である。図6(a)において、化合物半導体発光素子40はリードフレーム41上に銀ペースト等でダイボントされ、金線42でリードフレームとワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子40は透光性樹脂43で樹脂封止されている。

【0003】図6(b)は面実装チップ部品型の発光装置であり、化合物半導体発光素子40はセラミックス基板44の電気的導電層45上に銀ペースト等でダイボントされ、金線42で電気的導電層45とワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子40はその外側を透光性樹脂43で樹脂封止されている。

【0004】しかし、化合物半導体発光素子の屈折率は、例えば、GaAsやGaAlAs等の屈折率は3.5程度あり、空気の屈折率1.0との屈折率差が大きいため、接合界面で発光した光を有効に外部に取り出すことは困難で、光が内部に閉じ込められる割合が高い。この内部に閉じ込められる要因は、界面での屈折率差による反射である。屈折率 $N_A = 3.5$ の媒質(化合物半導体)から屈折率 $N_B = 1.5$ の媒質(エポキシ樹脂)に光が進むと、フレネルの式から、界面での反射率 $R$ は、 $R = ((N_A - N_B) / (N_A + N_B))^2 = 0.16$ となり、 $R(\%) = 16\%$ となる。

【0005】また、このときの全反射の臨界角 $\theta_c$ は、スネルの式から、 $\sin(\theta_c) = N_B / N_A$ 、 $\theta_c \approx 25^\circ$ 、約25度となる。つまり、界面で16%の減衰を受けるだけでなく、界面に対する法線より25度以上の角度にある光は全反射して、外部に取り出せないことになる。

【0006】この問題点を改善する方法として、特開平5-190901号公報や特開平7-38148号公報がある。

【0007】特開平5-190901号公報、半導体発光素子及びその製造方法(出願人：シャープ株式会社)では、図6に示されるように、発光素子(チップ)表面を小さな多数のレンズ状とすることにより、外部効率の向上を図っており、これを図7に示す。

【0008】図7は従来例の半導体発光素子であり、図7(a)はその上面図を示し、図7(b)はその断面図を示す。図7(b)において、半導体発光素子(発光ダイオードLED)50はn型GaP基板51上に、n型GaP成長層52、及びp型GaP成長層53が形成されている。p型GaP成長層53には上面に多数個のレンズ状部53aを形成したレンズ集積層が形成されている。54は表面側のp型電極であり、55は裏面側のn

型電極である。エキシマレーザ光の制御により、所望の形状のレンズ状部53aを形成し、前記の全反射の問題に対処している。また、図7(a)において、50は半導体発光素子、53aは多数個のレンズ状部、54は表面側のp型電極である。

【0009】また、特開平7-38148号公報、化合物半導体発光素子、発光ダイオード及び発光ダイオードの製造方法(出願人:日立電線株式会社)では、化合物半導体発光素子の表面に化合物半導体発光素子63と封止樹脂65の間の屈折率を持つ物質で発光素子の上面に反射防止膜60を形成するもので、これを図8に示す。

図8(a)の断面図において、63はDH構造AlGaAs赤色発光ダイオードの構造を示し、p型GaAs基板56上に、p型AlGaAsクラッド層57、p型AlGaAs活性層58、n型AlGaAsウインドウ層59の三層のエピタキシャル層と、その表面に形成された硫化亜鉛(屈折率2.25~2.43)反射防止膜60と表面電極61、及び裏面に形成された裏面電極62により構成されている。

【0010】図8(b)はAlGaAs赤色発光ダイオードの断面構造を示す図であり、リードフレーム64上に赤色発光ダイオード63をマウントし、それを屈折率1.55のエポキシ樹脂65でモールドしたもので、反射防止膜60の形成により、外部発光出力を1.4~2.2倍向上している。66はリードフレーム64のリードである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この先行例の特開平5-190901号公報では、全反射の問題を解決するため、エキシマレーザ光の光加工技術により、一個一個のレンズ状部を形成するため、その加工時間とコストはかなり大きなものとなっている。

【0012】また、先行例の特開平7-38148号公報では、反射防止膜の形成により、前面への光出射の反射を約16%低減するものであるが、発光素子の側面から出射光に対する対応はなされていない。また、反射防止膜では全反射の臨界角を広くすることはできない。

【0013】本発明は、光の外部取り出し効率を改善するため、化合物半導体発光素子と封止樹脂界面での反射率の低減及び全反射の臨界角を広くする安価な構造とその製造方法を提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の半導体発光装置は、化合物半導体発光素子を透光性封止材料により封止してなる半導体発光装置であり、該透光性封止材料による封止構造が2重構造であり、且つ、該化合物半導体発光素子の屈折率 $N_1$ と、化合物半導体発光素子に接する第1の透光性封止材料の屈折率 $N_2$ と、更にその外側を封止する第2の透光性封止材料の屈折率 $N_3$ との間に、 $N_1 > N_2 > N_3 > 1$ の関係を有し、且つ、

第1の封止樹脂の厚さが一様でないことを特徴とするものである。

【0015】また、本発明の請求項2記載の半導体発光装置は、前記化合物半導体発光素子の1辺の長さを $a$ とする時、該第1の透光性封止材料による封止構造の大きさは、化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径 $r$ が、 $r > a$ である球状又はドーム状であることを特徴とするものである。

【0016】また、本発明の請求項3記載の半導体発光装置は、第1の透光性封止材料は屈折率 $N_2$ が1.6以上である樹脂であり、第2の透光性封止材料がエポキシ系樹脂であることを特徴とするものである。

【0017】また、本発明の請求項4記載の半導体発光装置の製造方法は、射出成形法により第1の透光性封止材料を封止する第1の封止工程と、キャスト法又はトランファーモールド成形法で第2の透光性封止材料を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。

【0018】また、本発明の請求項5記載の半導体発光装置の製造方法は、第1の透光性封止材料を加熱溶融し、化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポッティング法により溶融状態の封止材料を付着させて封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程を含むことを特徴とするものである。

【0019】また、本発明の請求項6記載の半導体発光装置の製造方法は、粉末状もしくは顆粒状の前記第1の透光性封止材料で前記化合物半導体発光素子を覆い且つ加熱溶融して化合物半導体発光素子を封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。

【0020】また、本発明の請求項7記載の半導体発光装置の製造方法は、前記第1の透光性封止材料を有機溶剤に溶解させ、その溶液を前記化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポッティング法により付着させ、該溶媒の溶剤を蒸発させて樹脂封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。

【0021】

【発明の実施の形態】図1乃至図5は本発明の一実施の形態よりなる図である。

【0022】図1に本発明の一実施の形態よりなる半導体発光装置の略断面図を示し、図1(a)はランプ型の発光装置、図1(b)は面実装チップ部品型の発光装置である。図1(a)において、化合物半導体発光素子10はリードフレーム11上に銀ペースト等でダイボンドされ、金線12でリードフレームとワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子10は透光性高

屈折率樹脂13で封止(第1の樹脂封止)され、その外側を透光性低屈折率樹脂14で封止(第2の樹脂封止)されている。

【0023】高屈折率樹脂13の一例として、ポリビニールカルバゾール(屈折率1.66)を有機溶剤(ジクロロエタン)に溶解して、化合物半導体発光素子10の周りにポッティングし、有機溶剤を乾燥して、透光性高屈折率樹脂による第1の樹脂封止(ポッティング法)を行った。次にその外側をキャスト法によりエポキシ系樹脂(透光性低屈折率樹脂14)で第2の樹脂封止した。

【0024】図1(b)は面実装チップ部品型の発光装置であり、化合物半導体発光素子10は液晶ポリマー樹脂基板またはセラミックス基板15の電気的導電層16上に銀ペースト等でダイボントされ、金線12で電気的導電層16とワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子10は透光性高屈折率樹脂13で封止され、その外側を透光性低屈折率樹脂14で封止され、この透光性高屈折率樹脂13の封止方法は図1(a)で説明したと同じ方法が用いられる。また、透光性低屈折率樹脂14はトランスファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止した。また、トランスファーモールド成形法に用いられるエポキシ系樹脂は熱硬化前でも固体状態であり、一方キャスト法に用いられるエポキシ系樹脂は熱硬化前は液体状態であり、分子量の小さい材料であるが、どちらもエポキシ系樹脂である。

【0025】図2に本発明の一実施の形態よりなる他の半導体発光装置の略断面図を示し、図2(a)はランプ型の発光装置、図2(b)は面実装チップ部品型の発光装置である。図2(a)において、化合物半導体発光素子10はリードフレーム11上に銀ペースト等でダイボントされ、金線12でリードフレームとワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子10は透光性高屈折率樹脂13で封止され、その外側を透光性低屈折率樹脂14で封止されている。

【0026】高屈折率樹脂13の一例として、顆粒状のポリエーテルサルホン(屈折率1.65)で化合物半導体発光素子の周りを覆い、乾燥窒素ガスに置換した真空オープン中で300℃に加熱して樹脂を熔融させ、一旦減圧して気泡を除いた後、大気圧に戻して冷却し、第1の封止(工程)をした。次にその外側をキャスト法によりエポキシ系樹脂(透光性低屈折率樹脂14)で第2の封止(工程)をした。

【0027】また、第1の封止工程は、乾燥窒素ガス中で高屈折率樹脂を予め熔融して、リードフレームに搭載した化合物半導体発光素子をディッピング(浸漬)することにより行うことができる。ディップ法の場合は、化合物半導体発光素子及び搭載部分(リードフレームのマウント部)を予め加熱しておくことにより、樹脂との密着を高めることができる。

【0028】図2(a)において、化合物半導体発光素子は大きさは0.2~0.5mm角程度であり、その1辺の長さをaとする時、透光性高屈折率樹脂構造の大きさは化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径rが $r > a$ である球状又はドーム状を包含する大きさに選ばれる。この半径rの球状またはドーム状の大きさを破線17で示す。

【0029】図2(b)は面実装チップ部品型の発光装置であり、化合物半導体発光素子10は液晶ポリマー樹脂基板またはセラミックス基板15の電気的導電層16上に銀ペースト等でダイボントされ、金線12で電気的導電層16とワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子10は透光性高屈折率樹脂13で封止され、その外側を透光性低屈折率樹脂14で封止されている。また、透光性高屈折率樹脂構造の大きさは化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径rが、 $r > a$ である球状又はドーム状を包含する大きさに選ばれる。この半径rの球状またはドーム状の大きさを破線17で示す。

【0030】図3に本発明の一実施の形態よりなる他の半導体発光装置の略断面図を示し、タイプはランプ型の発光装置である。図3において、化合物半導体発光素子10はリードフレーム11上に銀ペースト等でダイボントされ、金線12でリードフレームとワイヤーボンドされている。そして、化合物半導体発光素子10は透光性高屈折率樹脂13で封止され、その外側を透光性低屈折率樹脂14で封止されている。

【0031】この製造方法では、第1の樹脂封止を大きくすることできる。リードフレームに化合物半導体発光素子を搭載し、成形金型にリードフレームをインサートして、射出成形法で第1の樹脂封止を行う。化合物半導体発光素子の1辺の長さをaとし、第1の樹脂封止の半径を $r_0$ とすると、 $r_0 \gg a$ 、とし、十分大きいドーム状に成形する第1の樹脂封止を行った。この場合、第1の樹脂封止の大きさをリードフレームの幅よりも大きく選ぶこともできる。第2の樹脂封止は、図1で説明したものと同様である。また、射出成形法では、外形形状を規定できるため、第1の樹脂封止と第2の樹脂封止との界面でレンズの機能を付与することが可能である。ここで使用した第1の封止用高屈折率樹脂は、ポリエーテルサルホン(屈折率1.65)であったが、この外に、ポリサルホン(屈折率1.65)、ポリイミド(屈折率1.72)、芳香族ポリアミド(屈折率1.89)等、樹脂の屈折率が1.6以上であれば、外部取り出し効率の改善がはかれる。

【0032】図2及び図3で説明した本発明の一実施の形態よりなる例では、第1の封止樹脂の厚さが発光素子の大きさに比べ十分大きいので、発光素子のどの部分から放射した光も、第1と第2の封止界面ではほぼ垂直に入射する状態となり、その結果全反射が無くなり、効率

よく光を外に取り出すことができる。しかし、第1の樹脂封止の厚さが光の波長の数倍程度以内であれば、第1と第2の封止界面での反射率を小さくする効果しかない。

【0033】本発明では、化合物半導体発光素子の1辺の長さを $a$ とする時、前記第1の透光性封止材料による封止構造の大きさが、化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径 $r$ が $r > a$ である球状又はドーム状を包含する大きさに選ばれているので、第1と第2の封止界面ではほぼ垂直に入射する状態となり、その結果全反射が無くなり、効率よく光を外に取り出すことができる。

【0034】図4に、本発明による光の外部取り出し効率の計算結果を示す。計算は、化合物半導体発光素子の屈折率 $N_1 = 3.5$ 、第2の樹脂封止材料の屈折率 $N_2 = 1.5$ 、として行った。第1の樹脂封止材料の屈折率 $N_2$ が、 $N_2 > 1.6$ であれば効率は23%以上となり、つまりエポキシ樹脂だけで封止した場合（屈折率が1.5の計算値）の19%と比較して、1.2倍以上の効率向上が図れた。

【0035】図5を用いて、本発明の2重構造の封止における光の外部への取り出し作用について、リードフレーム11上マウントされた化合物半導体発光素子10からの光 $L_1$ 、 $L_2$ を例に取り説明する。

【0036】図5において、化合物半導体発光素子10の屈折率 $N_1$ と、化合物半導体発光素子に接する第1の透光性封止材料13の屈折率 $N_2$ と、更にその外側を封止する第2の透光性封止材料14の屈折率 $N_3$ との間に、 $N_1 > N_2 > N_3 > 1$ の関係がある。化合物半導体発光素子の発光点の中央 $O$ から出た光 $L_1$ は第1の透光性封止材料13と第2の透光性封止材料14との界面Aにおいて、光の反射・全反射の作用を受ける。そして、 $L_1$ は $L_1 b$ となり、界面Bで、光の反射・全反射の作用を受け、 $L_1 c$ となって空気中へ放射される。図示した別の光線、 $L_2$ は界面Cで光の反射・全反射の作用を受けて $L_2 b$ となり、界面Dで、光の反射・全反射の作用を受けて $L_2 c$ となって空気中へ放射される。

【0037】第1の透光性封止材料13が一樣な厚さでないためその表面は屈曲面となり、仮に界面Aにおいて全反射となる場合も、2度目の入射光の角度が変化するため、外側の第2の透光性封止材料14へ出ていく光が増加する。屈折率が、 $N_1 > N_2 > N_3 > 1$ の関係にあるため、それぞれの入射角は、 $\theta_1 < \theta_2$ 、 $\theta_3 < \theta_4$ の関係になっている。

【0038】図5において、化合物半導体発光素子10は大きさは0.2~0.4mm角程度であり、その1辺の長さを $a$ とし、透光性高屈折率樹脂構造の大きさは化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径 $r$ が、 $r > a$ である球状又はドーム状を包含する大きさに選ばれる。この半径 $r$ の球状またはドーム状の大きさを

破線17で示す。この構造とすることにより、第1の透光性封止材料13は化合物半導体発光素子10の外周を完全に覆うことができ、化合物半導体発光素子10の接合界面で発生した光を有効に取り出すことができる。

【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1記載の半導体発光装置によれば、屈折率の高い第1の透光性封止材料と屈折率の低い第2の透光性封止材料とによる2重構造の封止を行うので、化合物半導体発光素子と封止材料と空気との屈折率差が小さくなり、反射率の低減効果がある。さらに第1の封止樹脂の厚さが一樣でないので、第2の封止樹脂の界面で全反射しても、再度界面に入射する時は、入射角度が変わり、全反射を起こさずに外部へ出る光が増加するため、外部への光取り出し効率が改善される。

【0040】また、本発明の請求項2記載の半導体発光装置によれば、前記化合物半導体発光素子の1辺の長さを $a$ とする時、該第1の透光性封止材料による封止構造の大きさは、化合物半導体発光素子の発光点の中央を中心とする半径 $r$ が、 $r > a$ である球状又はドーム状であることを特徴とするものであり、化合物半導体発光素子のどの発光位置からでた光も、第1の封止樹脂と第2の封止樹脂との界面では全反射の臨界角内に入射し、効率よく光を取り出すことが可能となる。更に、第1の封止の形状を球状あるいはドーム状とすることで、化合物半導体発光素子の界面での全反射を確実に防ぐことが可能となる。

【0041】また、本発明の請求項3記載の半導体発光装置によれば、第1の透光性封止材料は屈折率 $N_2$ が1.6以上である樹脂であり、第2の透光性封止材料がエポキシ系樹脂であることを特徴とするものであり、光の外部取り出し効率を高めることができる。

【0042】また、本発明の請求項4記載の半導体発光装置の製造方法によれば、射出成形法により第1の透光性封止材料を封止する第1の封止工程と、キャスト法又はランファーマールド成形法で第2の透光性封止材料を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。従って、従来の半導体発光装置の製造工程に第1の封止工程を追加するだけで、半導体発光装置の外形形状を変更することなしに、半導体発光装置の明るさを増加することができる。更に、第1の封止工程を射出成形法により行うので、封止形状が一定となり、安定した光学特性が得られる。

【0043】また、本発明の請求項5記載の半導体発光装置の製造方法によれば、第1の透光性封止材料を加熱溶融し、化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポットリング法により溶融状態の封止材料を付着させて封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはランファーマールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程を含むことを特徴とするものである。従っ

て、従来の半導体発光装置の製造工程に第1の封止工程を追加するだけで、半導体発光装置の外形形状を変更することなしに、半導体発光装置の明るさを増加することができる。更に、第1の封止工程を浸漬法又はポッティング法により行うので、安価な封止工程を得ることができる。

【0044】また、本発明の請求項6記載の半導体発光装置の製造方法によれば、粉末状もしくは顆粒状の前記第1の透光性封止材料で前記化合物半導体発光素子を覆い且つ加熱溶融して化合物半導体発光素子を封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。従って、従来の半導体発光装置の製造工程に第1の封止工程を追加するだけで、半導体発光装置の外形形状を変更することなしに、半導体発光装置の明るさを増加することができる。更に、第1の封止工程を粉末状もしくは顆粒状の透光性封止材料を化合物半導体発光素子に配し、加熱溶融して化合物半導体発光素子を封止するため、一度に多数の半導体発光装置の第1の封止工程を行うことができる。

【0045】また、本発明の請求項7記載の半導体発光装置の製造方法によれば、前記第1の透光性封止材料を有機溶剤に溶解させ、その溶液を前記化合物半導体発光素子の周りに浸漬法又はポッティング法により付着させ、該溶媒の溶剤を蒸発させて樹脂封止する第1の封止工程と、キャスト法もしくはトランファーモールド成形法でエポキシ系樹脂を封止する第2の封止工程とを含むことを特徴とするものである。従って、従来の半導体発光装置の製造工程に第1の封止工程を追加するだけで、半導体発光装置の外形形状を変更することなしに、半導体発光装置の明るさを増加することができる。更に、第1の封止工程を有機溶剤に溶解させた封止樹脂を浸漬法又はポッティング法により行うため、特別な硬化装置などの製造設備を必要としない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態よりなる半導体発光装置の略断面図を示し、(a)はランプ型の発光装置を示す図であり、(b)は面実装チップ部品型の発光装置を示す図である。

【図2】本発明の一実施の形態よりなる他の半導体発光装置の略断面図を示し、(a)はランプ型の発光装置を示す図であり、(b)は面実装チップ部品型の発光装置を示す図である。

【図3】本発明の一実施の形態よりなる他の半導体発光装置の略断面図を示し、ランプ型の発光装置を示す図である。

【図4】本発明の一実施の形態よりなる半導体発光装置による光の外部取り出し効率の計算結果を示す図である。

【図5】本発明の2重構造の封止における光の外部への取り出し作用についての説明図である。

【図6】従来例の半導体発光装置の略断面図を示し、(a)はランプ型の発光装置を示す図であり、(b)は面実装チップ部品型の発光装置を示す図である。

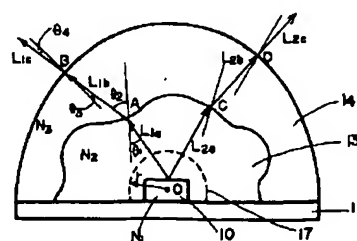
【図7】従来例の半導体発光装置の略断面図を示し、(a)はその上面図を示す図であり、(b)はその断面図を示す図である。

【図8】従来例の半導体発光素子を示す図であり、(a)は断面図を示す図であり、(b)はAlGaAs赤色発光ダイオードの断面構造を示す図である。

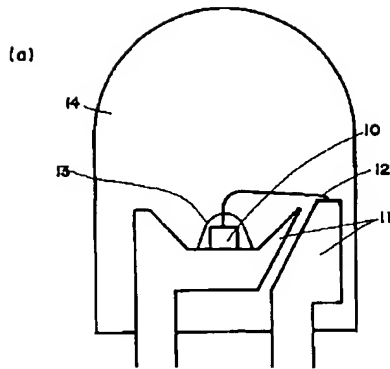
#### 【符号の説明】

- 10 化合物半導体発光素子
- 11 リードフレーム
- 12 金線
- 13 透光性高屈折率樹脂
- 14 透光性低屈折率樹脂
- 15 液晶ポリマー樹脂基板またはセラミックス基板
- 16 電氣的導電層
- 17 半径rの球状またはドーム状の大きさを示す破線
- a 化合物半導体発光素子の1辺の長さ
- r 半径
- $r_0$  第1の樹脂封止の半径
- O 化合物半導体発光素子の発光点の中央
- $L_1a$ 、 $L_1b$ 、 $L_1c$  光線
- $L_2a$ 、 $L_2b$ 、 $L_2c$  光線
- A、B、C、D 界面
- $\theta_1$ 、 $\theta_3$  光の入射角
- $\theta_2$ 、 $\theta_4$  光の出射角

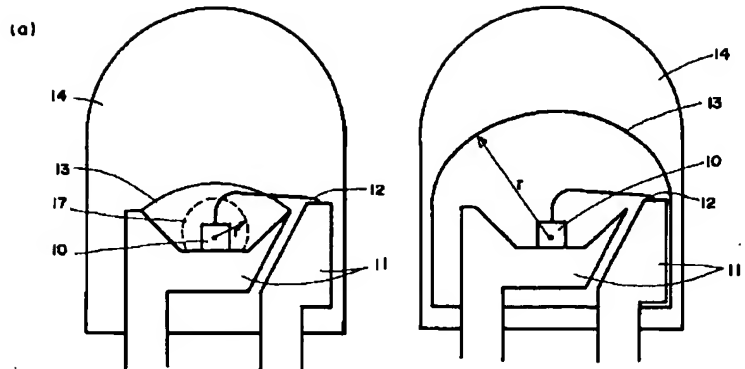
【図5】



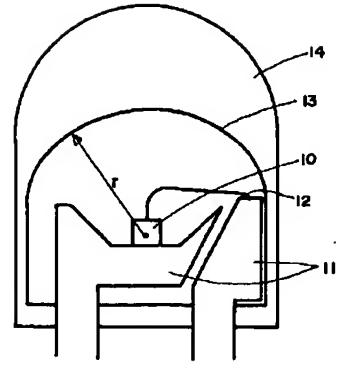
【図1】



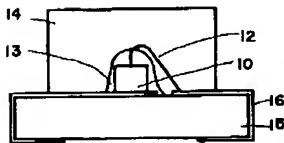
【図2】



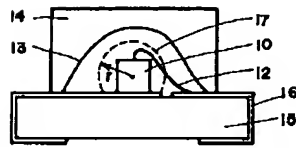
【図3】



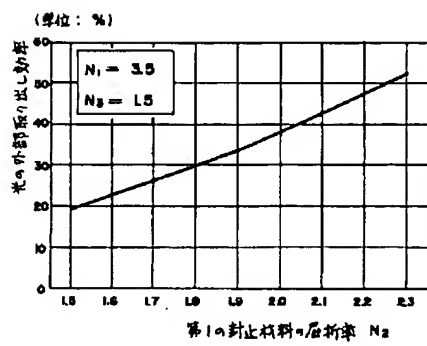
(b)



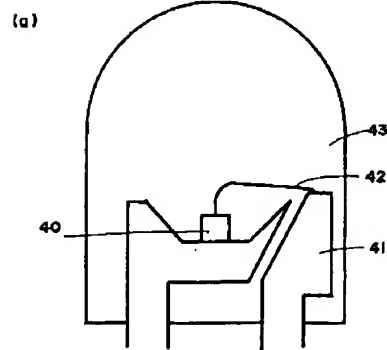
(b)



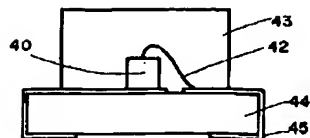
【図4】



【図6】

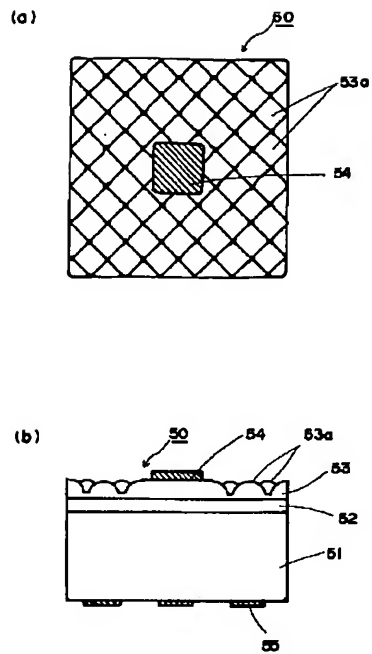


(b)

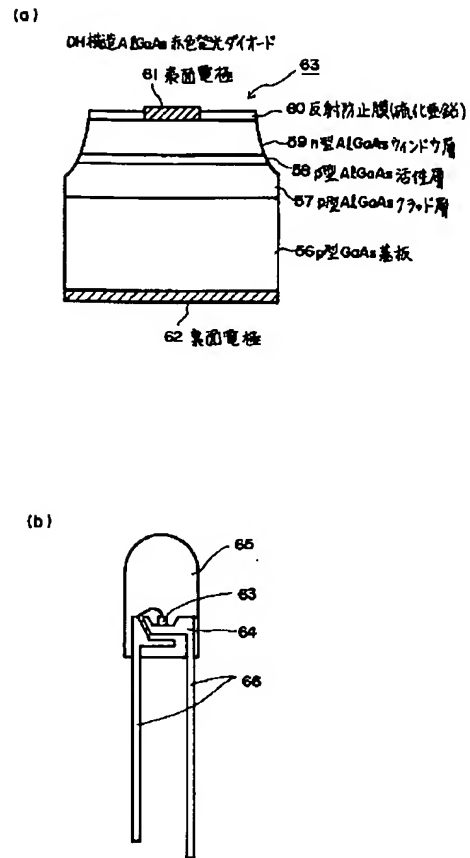




【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**